

CICLOLOGÍSTICA EN BOGOTÁ: HACIA UNA ESTRUCTURA DE COSTOS DE TRANSPORTE PARA LA DISTRIBUCIÓN URBANA

AUTOR

DIEGO FELIPE GUTIÉRREZ RUBIANO

Ingeniero Industrial

diegutierrez@gmail.com / u9501005@unimilitar.edu.co

Artículo Trabajo Final del programa de Especialización en Gerencia Logística Integral



**ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA LOGISTICA INTEGRAL
UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
FACULTAD DE INGENIERÍA
JUNIO, 2020**

CICLOLOGÍSTICA EN BOGOTÁ: HACIA UNA ESTRUCTURA DE COSTOS DE TRANSPORTE PARA LA DISTRIBUCIÓN URBANA

CYCLELOGISTICS IN BOGOTÁ: TOWARDS A URBAN DISTRIBUTION COST STRUCTURE

Diego Felipe Gutiérrez Rubiano
Especialización en Gerencia Logística Integral
u9501005@unimilitar.edu.co

RESUMEN

El presente trabajo se enfocó en construir un marco de referencia internacional en torno a la utilización de bicicletas de carga en la distribución urbana de mercancías. Paralelamente, buscó generar insumos para facilitar el análisis de costos de transporte urbano en empresas locales, y así promover el despliegue de la ciclogística en la ciudad. Así, luego de identificar modelos de operación, tipologías vehiculares, sectores de mercado y variables clave para la operación logística, se compiló un conjunto de parámetros de interés para un análisis tipo Cost Breakdown Structure. Se espera que este material sirva como punto de partida para que empresas del sector privado interesadas en incluir la bicicleta de carga como mecanismo competitivo y sostenible de movilización de carga dentro de sus operaciones tengan un punto de comparación.

Palabras Clave: Bicicletas de carga, ciclogística, distribución urbana de mercancías, Cost Breakdown Structure, City Logistics.

ABSTRACT

This study was aimed at developing an international context summary for cargo bikes inclusion in urban freight distribution processes. Understanding that cyclogistics is still in infancy in Colombia and Latin America, this work also was intended to establish inputs for a private urban transportation cost analysis in order to promote more sustainable operative schemes adoption. First, relevant cases, operational configuration, bikes and vehicles, and market segments were identified for cyclogistics. Then, input parameters and variables for a conventional Cost Breakdown Structure cost assessment were compiled. Wages, personnel, and maintenance costs had a special evaluation. This material is expected to serve as an input for related projects or as a starting point for private sector companies interested in cost evaluation of cargo bikes inclusion as a competitive and sustainable distribution mechanism within their operations.

Keywords: Cargo bikes, cyclelogistics, urban freight distribution, Cost Breakdown Structure, City Logistics.

INTRODUCCIÓN

La distribución urbana de mercancías es imprescindible para el sostenimiento de cualquier sociedad, ya que garantiza que las personas y organizaciones puedan acceder a recursos y productos que de otra manera no estarían disponibles localmente, y que son requeridos para llevar a cabo sus diferentes actividades.

A pesar de la importancia de estos flujos, se presentan altas ineficiencias en el proceso. Solamente en lo relacionado a actividades de distribución de última milla, etapa más corta de flujo físico de los bienes dentro de una red de suministro, el Consejo de Profesionales de Gestión de la Cadena de Suministro (Council of Supply Chain Management Professionals) estableció que aproximadamente un 28% del costo total de transporte ocurrido a lo largo de las cadenas se incurre en esta instancia [1-2].

Ahora bien, además de representar un alto nivel de costos e ineficiencias para los actores privados, las actividades de distribución de mercancías tienen un impacto directo en la habitabilidad de las ciudades. Así, dentro de las externalidades directas que involucra el transporte de bienes en entornos urbanos, es posible listar a la congestión y tráfico, la accidentalidad, y la contaminación, esta última traducida en nivel de emisiones, polución, y ruido [2].

La demanda de movilización de mercancías en entornos urbanos, y su consecuente creación de externalidades, están atadas al nivel crecimiento poblacional [3]. Es importante entonces destacar que, ya en el 2014, el 80% de la población latinoamericana vivía en zonas urbanas, y se estima que para 2050, esta proporción alcanzará el 86%. En particular, la ciudad de Bogotá tiene proyecciones de crecimiento que para el 2030 superan los 10 millones de habitantes [4].

Bogotá registró unas cifras de 52 microgramos por metro cúbico ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) y $21,5\mu\text{g}/\text{m}^3$ para el año 2014 en las variables del material particulado inferior a 10 micras (PM_{10}) y el inferior a 2,5 micras ($\text{PM}_{2,5}$), medidas convencionalmente utilizadas para analizar polución y calidad del aire. Esta situación resulta alarmante, pues los valores recomendados por la Organización Mundial de la Salud (OMS) no deberían superar el $20\mu\text{g}/\text{m}^3$ y $10\mu\text{g}/\text{m}^3$ respectivamente de promedio anual [5].

De manera que, se necesita encontrar y aplicar estrategias de movilización de mercancías que, por un lado, permitan a los generadores, receptores y movilizadores de carga cumplir con sus objetivos financieros; y, por otro, minimicen el nivel de externalidades asociadas.

Un posible contribuyente a esquemas logísticos de la ciudad más efectivos y sostenibles es la inclusión de bicicletas de carga como medio alternativo de movilización de mercancías [6]. De hecho, en economías desarrolladas, se habla de “cycle logistics” o “ciclo-logística”, como esquema logístico bajo el cual los diferentes

flujos y nodos consideran e incluyen a la bicicleta [7]. Particularmente, [8] definen la ciclogística como *“el uso de bicicletas estándar, bicicletas de carga y triciclos de carga propulsados por humanos o con asistencia eléctrica para el transporte de mercancías entre A y B, principalmente en áreas urbanas”*.

Así, el presente trabajo buscó proveer una base analítica para facilitar el surgimiento y consolidación de la ciclogística como alternativa competitiva y sostenible para la movilización de carga en la distribución urbana en Bogotá. Para tal fin, luego de construir una base teórica en cuanto a la definición, modelos de operación, tipologías vehiculares y sectores de mercado, se consolidó un conjunto de valores y parámetros de interés que podrían ser utilizados como insumo para que entidades del sector privado puedan construir un análisis y comparación de los costos operacionales de un esquema de distribución con flota tradicional de combustión versus un esquema que incluye flota parcial o total de bicicletas de carga.

El resultado final se plantea a través del suministro de varios factores incluidos dentro del enfoque de Estructura de Desglose de Costos (Cost Breakdown Structure, en inglés). Se optó por plantear la propuesta bajo este esquema por su nivel de generalidad y “popularidad” en el entorno nacional, y también porque realiza una evaluación holística en los diferentes parámetros de los costos de adquisición, operación, mantenimiento, entrenamiento del personal, sistemas de información y apoyo tecnológico, aspectos de seguridad y apoyo en los dos escenarios planteados.

En general, se espera que este material sirva como insumo para otros proyectos relacionados o como punto de partida para que empresas del sector privado interesadas en incluir la bicicleta de carga como mecanismo competitivo y sostenible de movilización de carga dentro de sus operaciones tengan un punto de comparación.

1. MATERIALES Y MÉTODOS

El entendimiento del estado del arte de la ciclogística a nivel internacional se consolidó como el primer paso. Este proceso se dirigió a proveer las bases para la estructuración de análisis de costos por parte del autor. Sin embargo, considerando que este es un capítulo logístico poco explorado académica y empresarialmente en la región, un objetivo del trabajo giraba en torno a realizar una compilación de información para crear una base de conocimiento dentro de la literatura actual en el país.

A través de un enfoque exploratorio, se identificaron los países y ciudades líderes en la utilización de bicicletas de carga dentro de esquemas de distribución urbana de mercancías. Adicionalmente, se abrió un capítulo importante para la revisión de los diferentes modelos o configuraciones vehiculares, y variaciones de la bicicleta, que se exhiben actualmente. Se analizaron también los principales sectores de mercado en donde ha tenido aplicabilidad y éxito el concepto. En este punto, se analizaron los factores, barreras y “habilitadores” determinan la factibilidad de la utilización de bicicletas y triciclos como vehículos de transporte de mercancías.

Paralelamente, desde una perspectiva descriptiva, esta revisión permitió identificar parámetros posteriormente incluidos en la construcción de la propuesta de insumo para el análisis de estructura de costos de la operación de ciclogística en la ciudad de Bogotá.

Se buscó consolidar los resultados para atendieran a las necesidades de información del enfoque de análisis Cost Breakdown Structure, dado que permite identificar costos ocultos, y también a que cuenta con un carácter común a nivel nacional. La Figura 1 presenta los diferentes factores incluidos convencionalmente dentro de esta metodología de análisis.

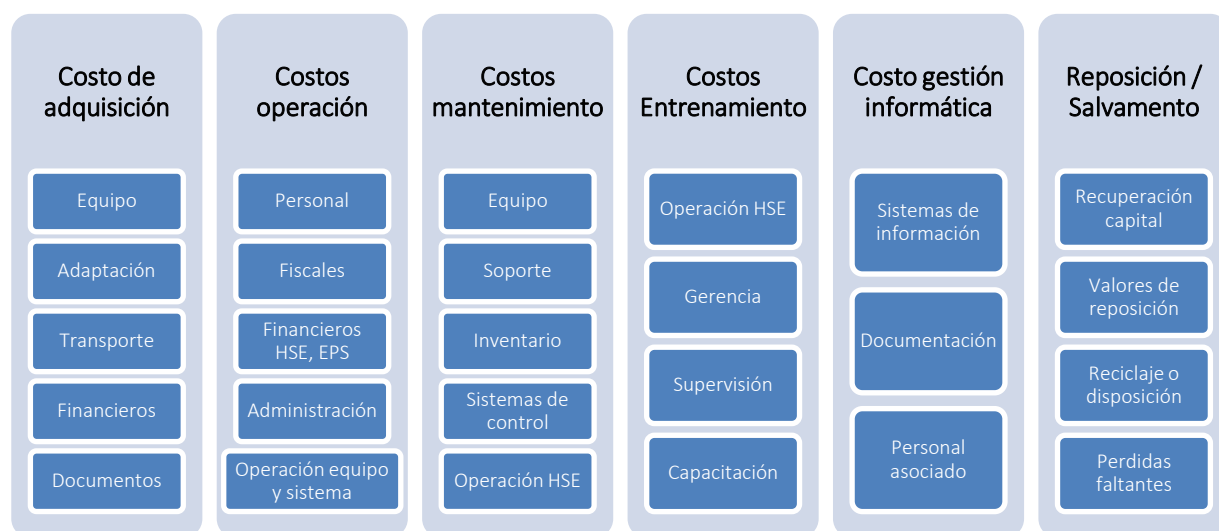


Figura 1. Variables del costeo “Cost Breakdown Structure” para operación de transporte

Fuentes: [9 -11]

Dentro del proceso, se identificó que gran parte de las variables estarían determinadas por el contexto propio del análisis de costos, por lo que, desde un enfoque pragmático, se abordaron y presentaron como resultado aspectos de costos de personal, mantenimiento, depreciación principalmente.

2. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

2.1. Ciclogística: concepto

Dentro de la documentación revisada, se logró identificar que el concepto “cycle freight” (ciclo carga) fue la primera aproximación hacia la creación de un marco conceptual para este tipo de esquemas bajo los cuales se incluye a las bicicletas en las actividades de transporte mercancías en entornos urbanos [12 -13].

Posteriormente, con el nacimiento del proyecto Cyclelogistics (2012 – 2014) y su complemento “Cyclelogistics Ahead” (2014 – 2017), impulsados por la Comunidad Europea con el objetivo principal de desarrollar la bicicleta de carga como una herramienta para la distribución de bienes y servicios en el sector de la logística

urbana, es cuando oficialmente se acuñó el término **ciclogística** en los sectores públicos, privados y académicos del continente [14].

Así, autores como [7] indican que “cycle logistics”, que podría ser traducido como “Ciclo-logística”, hace referencia a la utilización de todo tipo de bicicletas de pedal, independientemente de la cantidad de ruedas que tengan y si cuentan asistencia eléctrica o no, para realizar actividades logísticas de movilización de carga en las urbes.

Por su parte, [8] plantean la definición de ciclogística como *“el uso de bicicletas estándar, bicicletas de carga y triciclos de carga propulsados por humanos o con asistencia eléctrica para el transporte de mercancías entre A y B, principalmente en áreas urbanas”*.

2.2. Tipología vehicular contemplada

En las últimas décadas, el rápido desarrollo del diseño y la tecnología de bicicletas ha permitido una amplia variedad de opciones de transporte eficientes para personas y carga. Autores como [15 - 16] indican que las diferentes configuraciones vehiculares dependerán de la labor a desempeñar, de las condiciones de la carga a movilizar, la infraestructura y el esquema de distribución en las áreas urbanas. Incluso se han presentado desarrollos que consolidan vehículos de cuatro rines y variantes con acondicionamiento térmico para la carga.

En el reporte presentado por [12], se indica que una bicicleta de carga se puede definir libremente como una bicicleta u otro vehículo propulsado por humanos con dos o cuatro ruedas y un área de carga que se puede utilizar para el trabajo de entrega, servicios, o el transporte de pasajeros.

Por su parte, [17] indica que todos los tipos de bicicletas de carga se basan en diseños de bicicletas típicos que fueron modificados para transportar cargas más pesadas que una bicicleta normal.

Si bien son múltiples las configuraciones vehiculares que se pueden encontrar en las actividades de ciclogística, es posible hacer una caracterización morfológica básica de acuerdo con el número de rines y la estructura asociada a la carga per se. La Figura 2 presenta cuatro arquetipos base de este tipo de vehículos construidos a partir de la revisión.



Figura 2. Resumen tipología vehicular general para ciclogística
Fuente: Construcción propia a partir de [8] [12] [18]

2.3. Ventajas y desventajas

A través de un análisis DOFA, [18] realiza lista las fortalezas, debilidades, amenazas y oportunidades que existen en el mercado de movilización de mercancías en bicicleta. La “favorabilidad” con el ambiente (pocas emisiones, ruido, etc.), la eficiencia en entorno urbanos congestionados, el impacto a la infraestructura y la generación de empleo destacan dentro de las ventajas de la ciclogística.

Desde una perspectiva más osada, [19] indican que las bicicletas de carga plantean un menor costo operativo, menos fatiga del conductor, mayor porcentaje de utilización de la carga útil promedio y, por supuesto, beneficios ambientales. Sobre estos mismos puntos, [13] adhieren la eliminación o reducción del concepto de entrenamiento de personal, planteando que “*no se necesitan licencias especiales o capacitación para los conductores de camionetas de bicicletas de carga*”.

Por otro lado, dentro de las principales desventajas de este modelo de operación se listan: la seguridad y “mayor propensión o facilidad para ser atacadas”; el rango de operación limitado, en cuanto a que el esquema no “es rentable para largas distancias”; el límite de capacidad de carga (volumen y peso); y, la fatiga del personal en la medida en que “operaciones que tienen personal existente que no querría (o no podría) cambiar para una bicicleta” [13].

Adicionalmente, en términos de los conductores o ciclistas, se informan además desventajas relativas como falta de comodidad, estar expuesto a las condiciones climáticas y sentirse menos seguro. Además, muchas empresas siguen siendo reacias a adoptar ciclos de carga debido a su baja disponibilidad.

La Figura 3 presenta una recopilación de las principales ventajas y desventajas de la inclusión de bicicletas de carga dentro de los esquemas de movilización urbana de mercancías.

<i>Ventajas de las bicicletas de carga</i>	<i>Desventajas de las bicicletas de carga</i>
<ul style="list-style-type: none"> • Menor nivel de ruido y emisiones que un vehículo convencional • Capacidad de maniobra y acceso en calles estrechas y zonas peatonales • Puede estacionarse en las aceras por lo que reduciría multas de estacionamiento (sujeto a normatividad e infraestructura de la zona)* • Incremento en la confiabilidad de la entrega (menor factor de variabilidad) • Seguridad vial mejorada para peatones y ciclistas • Generan credibilidad y mejoran la imagen de la organización ante el consumidor • Los conductores de bicicletas de carga no necesitan una licencia (sujeto a normatividad propia de la región)* 	<ul style="list-style-type: none"> • Mayor costo de carga transportada por unidad de peso/volumen (menores economías de escala debido a la menor capacidad de carga) • Limitaciones de operación zonas con pendientes pronunciadas • Depende de la existencia y ajuste de infraestructura para bicicletas • Sujetas a: fatiga del conductor, carga de batería agotada y condiciones climáticas extremas (viento, lluvia, nieve, hielo, etc.) • Las colisiones pueden ser más severas para bicicletas con asistencia eléctrica en comparación con el conductor del camión • Desconocimiento y "falta de credibilidad" de su potencial

Figura 3. Compilación de ventajas y desventajas de las bicicletas de carga para logística

Fuente: Construcción propia a partir de [7] [13] [18] [24]

2.4. Situación empresarial

Las actividades de movilización urbana de mercancías no son un concepto ni aplicación reciente. De hecho, la bicicleta se podría catalogar como uno de los primeros vehículos o medios en los que se llevó a cabo el transporte de bienes a nivel urbano [18].

2.4.1. Ubicación de empresas

Como se ha venido comentando, las economías desarrolladas se consolidan como líderes en la exhibición de esquemas y empresas de ciclo logística en sus diferentes ciudades. Esta situación principalmente se evidencia en el continente europeo [18]. De hecho, dentro de la revisión fue posible identificar la existencia de la Federación de Ciclo Logística Europea (European Cycle Logistics Federation - ECLF), constituida

como un organismo profesional que representa y apoya las necesidades de las empresas de este sector.

La Figura 4, construida con cifras de empresas oficiales relacionadas con la actividad de distribución de carga en bicicletas según la ECLF [20], plantea que efectivamente el continente europeo es donde se concentra la mayor proporción de organizaciones dedicadas a la operación de bicicletas de carga, o bien a su manufactura y/o comercialización. No obstante, vale la pena destacar también su presencia en países como Estados Unidos y Canadá.

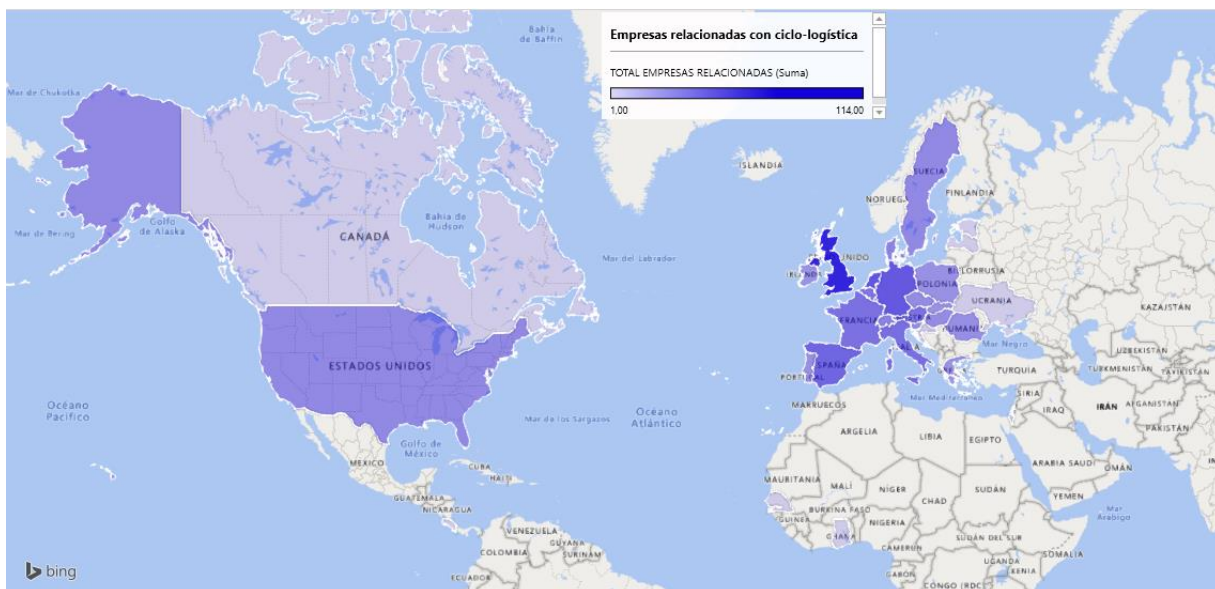


Figura 4. Ubicaciones de empresas oficiales relacionadas con la ciclo-logística

Fuente: construcción propia a partir de datos de [20]

Si bien existe una marcada tendencia en los territorios referidos, cabe aclarar que también es posible encontrar este tipo de esquemas en países en vías de desarrollo. Un caso de éxito es el modelo de distribución de los *Dabbawalas*, en India, que logra consolidarse como un referente a nivel mundial en términos de esquemas de distribución eficientes, ajustados al usuario mediante la utilización de la bicicleta como vehículo para mover la carga, particularmente, comida preparada.

No hay que ir muy lejos para evidenciar otros casos: [21] llevan a cabo un análisis de la situación en Copacabana, Rio de Janeiro-Brasil, y encuentran que 372 establecimientos incluyendo farmacias (11%), panaderías (10%), cigarrerías (9%), restaurantes (8%), lavanderías (8%), supermercados (8%) y otros, ya utilizan bicicletas de carga para sus actividades de distribución.

En Colombia, es posible encontrar, además de los múltiples servicios y actividades de distribución ocultas, casos de empresas manufactureras como Súper ricas, Todo Rico, Masarepas, Pepsi-Margarita, Chefrito y Ramo, y por supuesto esquemas con Rappi, Domicilios.com y Uber eats, entre otros, quienes, ya a la fecha estarían categorizados

por desarrollar actividades dentro del concepto de ciclogística, como se verá en el siguiente apartado [14].

Para cerrar este capítulo, vale la pena mencionar el caso de MedeBike [23], empresa dedicada a la promoción de alternativas de movilidad enfocadas en dar soluciones sostenibles a las personas y empresas. Particularmente, parece ser que tiene un proyecto relacionado con la prestación de servicios de ciclogística en la ciudad de Medellín. Se quiso profundizar más acerca de esta compañía, no obstante, no fue posible conseguir información adicional.

La Figura 5 presenta algunas imágenes de los vehículos rodando y ejerciendo actividades en diferentes zonas de la ciudad.



Figura 5. Proyecto MedeBike con primeras aproximaciones al esquema de CicloLogística en Medellín
Fuente: [22] & [23]

2.4.2. Sectores de mercado y necesidades que aborda

A pesar de las limitaciones de peso y carga de comentadas previamente, las aplicaciones y sectores de mercado a los que atiende la ciclogística como esquema son múltiples.

2.4.2.1. Esquema de operación

Para empezar, [8] presentan una clasificación de las actividades de ciclogística según el punto en el flujo físico de la operación. Los autores plantean que, partiendo de la premisa de que las operaciones requieren densidad para aprovechar ventajas económicas de este modo de transporte, los casos exitosos de ciclogística a nivel internacional se pueden incluir dentro:

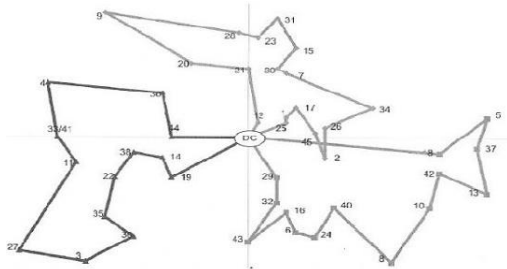
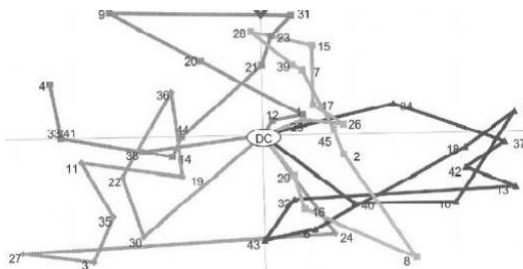
- ❖ Entregas de última milla: en la que los artículos se entregan desde un depósito o centro a poca distancia de su punto final de consumo
- ❖ Entregas de últimos metros: aunque hace parte de la última milla, este capítulo en especial aplica para la ciclogística, ya que se refiere a en los cuales se

presenta transbordo de la mercancía desde vehículos consolidados a bicicletas en sí, para realizar entregas en un radio de cerca de 1 o 2 kilómetros

- ❖ Logística de primera milla: el primer flujo logístico físico en términos de recolección de artículos de clientes que necesitan enviar artículos a nivel nacional o internacionalmente
- ❖ Movilización y servicios expresos: cuando la actividad se presta para movilizar un artículo de una ubicación A a un punto B dentro de la misma zona urbana o su respectiva área metropolitana

Ahora bien, según el esquema de operación, las actividades de transporte que realizan los mensajeros en bicicleta en el entorno urbano también pueden ser categorizadas. [18] profundiza un poco en la visión previamente planteada e identifica dos organizaciones básicas, presentadas en la Tabla 1.

Tabla 1. Diferencia entre envíos A-B y entregas enrutadas

Entregas o movilización enrutada	Envíos A - B
 <p>Esquema de movilización de volúmenes más grandes para un cliente que envía cosas a varias direcciones en la ciudad, teniendo como origen o destino un punto</p>	 <p>Los ciclistas transportan un bajo número de paquetes (principalmente uno) para un cliente desde una ubicación en la ciudad a otro punto de la misma (A-B)</p>

Fuente: construcción propia a partir de [18]

2.4.2.2. Sectores de mercado

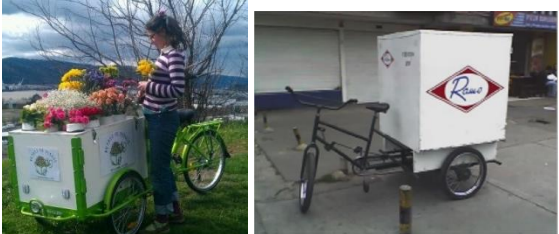



La ciclologística provee soluciones y encuentra aplicación en diversos sectores económicos. Los servicios clásicos que vienen a la mente incluyen operación de courier y la distribución de productos de negocios que decidieron optar por la utilización de este tipo de vehículos para llevar a cabo su actividad económica. Sin embargo, el potencial mercado resulta ser tan diverso como las diferentes morfologías del velocípedo de carga que tienen cabida dentro del concepto.


[19] plantean una gran acogida y despliegue de bicicletas de carga netamente en los servicios de courier de Alemania. [15] identifican que, a partir del levantamiento que realizaron en la ciudad de París, es posible agrupar la aplicabilidad del velocípedo en actividades de carga en dos grandes categorías: servicios de entrega (delivery) y

servicios de courier. Por último, [16] y [18], quienes dirigieron gran parte de su investigación precisamente a desarrollar una terminología de los segmentos de mercado más relevantes para las bicicletas de carga dentro de todos los sectores del transporte comercial, resumen sus resultados en seis categorías ligeramente relacionadas.

La Tabla 2 presenta una descripción para los seis (6) sectores de mercado en los que se propone la agrupación de actividades de ciclogística a nivel internacional.

Tabla 2. Segmentos de mercado más relevantes para las bicicletas de carga

Tipo servicio / mercado	Descripción / Características	Ejemplo
<i>Entregas privadas</i>	Empresas que operan sus propios vehículos para llevar a cabo sus entregas (BCB & B2C)	 <p>Icycle, Europa – Ramo, Colombia</p>
<i>Paquetería y servicios postales</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Uso en crecimiento (por baja capacidad) ▪ B2B & B2C ▪ Utilizando principalmente bicicletas de carga de dos y tres ruedas 	 <p>Servientrega, Colombia</p>
<i>Servicios de courier</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Principalmente B2B ▪ Modalidad freelance ▪ Volúmenes bajos y variables 	 <p>Big Blue Bike - Cardiff, Gales</p>
<i>Home delivery (domicilios) / Apoyo a Gig-economy</i>	Principalmente retail → e-commerce y domicilios	 <p>Rappi, Colombia - Deliveroo (UK)</p>

<p><i>Apoyo a viajes de prestación de servicios</i></p>	<p>Cuando la actividad requiere movilizar carga</p> <p>Limpiadores de ventanas, electricistas, constructores, deshollinadores, cerrajeros, pintores, reparadores, carpinteros, jardineros, fontaneros, vendedores de chatarra, etc.</p>	 <p>Bremen (Alemania) - París (Francia)</p>
<p><i>Transporte interno (on-site)</i></p>	<p>Movilización de personal y carga al interior de instalaciones o entre algunas de ellas</p>	<p>Fabricantes de vehículos, plantas químicas, proveedores de autopartes, servicio de operación del aeropuerto, organizador de exposiciones comerciales [16]</p>

Fuente: elaboración propia a partir de [16] & [18]

En este sentido, queda claro que los sectores de mercado en los cuales es posible desplegar esquemas de distribución que integran bicicletas de carga parcial o totalmente.

2.5. Esquema Logístico

Esta sección pretende recopilar información importante en torno a variables y características operativas para, fortalecer la base de conocimiento presentada y a su vez para alimentar el posterior diseño de parámetros para el modelo de costeo.

2.5.1. Radio de operación e infraestructura asociada

Como ya se mencionó previamente, las dos principales restricciones de la utilización de bicicletas de carga se materializan en su 1) capacidad de carga, y 2) el rango de servicio que tiene, desde un punto inicial, por aspectos de fatiga y autonomía de las baterías (entre 40 y 100 km en promedio por carga). Esto hace que, sea cual sea la aplicación y tipología vehicular que se pretenda incluir dentro del modelo de negocio, se debe acotar la operación a ciertos volumen y peso de carga en específico y a un rango geográfico no muy amplio.

- [24], luego de realizar diferentes simulaciones de casos de ciclologística en Estados Unidos, concluye que *“bicicletas de carga son más rentables que los camiones para entregas cercanas al centro de distribución (menos de 2 millas (3.2 km) para la ruta de entrega observada con 50 paquetes por parada y menos de 6 millas (9.6 km) para una ruta de entrega con 10 paquetes por parada)”*.

- [25] informan que, para las 17 empresas que lograron entrevistar a lo largo de todo Brasil, la de las entregas se realizan en un radio desde distancia promedio de 3 a 5 km del centro de distribución o punto de partida.
- [18] indica que la distancia media para envíos en la modalidad de courier en bicicletas en Berlín es de 5,1 km, valor que también es reportado por [16], pero desde una perspectiva general para el continente europeo. También, vale la pena citar la principal conclusión del estudio de [3], donde se indica que *“las bicicletas de carga pueden reemplazar hasta el 10% de los vehículos convencionales en áreas con distancias lineales máximas de aproximadamente 2 km”*.
- Por último, para tener una aproximación a un caso empresarial exitoso, B-Line Sustainable Urban Delivery, fundada en 2009, presta servicios de entrega en la modalidad B2B a un radio de 5.6 Km (3.5 millas) del centro de la ciudad de Portland (USA), en donde está implantado su centro de distribución urbano. Desde allí, y a través de una flota de triciclos de carga con asistencia eléctrica de una capacidad máxima de 270 Kg (o 1.55 m3) lleva a cabo entregas para sus clientes [26].

De acuerdo con esta revisión, podría plantearse entonces que la factibilidad de la operación de distribución urbana de mercancías en bicicletas de carga tiene un radio de alcance promedio de entre 3 y 6 km desde un punto concéntrico. Y aunque [22] mencionan que el Proyecto MedeBike realiza entregas solamente a puntos ubicados a máximo 1km de radio de distancia de su centro de consolidación urbano en el centro de Medellín, debe recordarse que este es un proyecto aún sin alcance comercial masivo.

2.5.2. Otros aspectos operativos de importancia

La Tabla 3 resume variables logísticas operativas presentadas en otros contextos, y que, de alguna forma, han caracterizado la utilización de bicicletas de carga como esquema de distribución urbana y determinado su éxito en el mercado. La información allí consignada se presenta, por un lado, para relacionar al lector información general y, por otro, para alimentar la propuesta de costeo presentado en el siguiente capítulo.

Tabla 3. Recopilación de variables de importancia para la operación logística

Variable / Autor	[24]	[28]	[18]	[6] - [16]	[15]	[19]	[26 - 27]
------------------	------	------	------	------------	------	------	-----------

<i>País / Caso de revisión</i>	Estados Unidos	Brasil	Bélgica	Europa general	Francia	Alemania	B- LINE (Portland, USA)
<i>Número de recorridos por ciclista / día</i>		6			7.1		1
<i>Número de envíos (paquetes) / recorrido</i>	40				8		10
<i>Número de paradas (entregas) / recorrido</i>	8	39 / hora	1 - 2500	80-100	18.6		8
<i>Distancia total promedio recorrido (km)</i>		10.74			12.2		
<i>Duración total promedio recorrido (min)</i>					131		
<i>Kilometraje promedio recorrida diario por ciclista (km / día)</i>			100	13 - 80	85.4	103.7 - 143.5	
<i>Carga movilizadora promedio (kg)</i>	40	0.2 – 25 (courier) 50 (paquetería)		< 31.5	21.6 - 164	90	<272 / 1.55 m ³
<i>Velocidad promedio (km/hora)</i>	24.14	6.89		6		20	

Fuente: [6] [7] [15] [16] [18] [19] [26] [27] [28]

2.6. Insumos estructura de costos

La presente sección busca consolidar los parámetros básicos que son requeridos para llevar a cabo el análisis de estructura de costos de transporte bajo un esquema Cost Breakdown Structure. Se pretende entregar información para que empresas puedan tener una base en términos de aspectos que no son fácilmente analizables en el mercado colombiano, y así facilitar su decisión de migración hacia un modelo que integre las bicicletas de carga en sus operaciones de distribución urbana de mercancías. A su vez, busca sentar una base académica para futuros trabajos enmarcados en el área de ciclogística a nivel nacional.

En primer lugar, se identifica que, en lo referente al factor de adquisición de la estructura CBS, el periodo de depreciación de las bicicletas de carga es también 5 años. A su vez, en caso de que las bicicletas funcionen a partir de asistencia eléctrica, se plantean valores de las baterías entre \$500.000 - \$5'621.685.

Ahora bien, la Tabla 4 presenta parámetros en diferentes contextos internacionales que pueden alimentar los procesos de costeo en términos de personal (en el factor de operación) y mantenimiento del equipo y los aspectos de soporte del mismo. Los

valores fueron convertidos con el valor de conversión a 17 de junio de 2020 de Reales Brasileños (BRL), Euros (EUR) y dólares americanos (USD).

Tabla 4. Aproximación a costos de operación y mantenimiento de esquemas con bicicletas de carga

FACTOR CBS	Operación	Costos Mantenimiento	
Variable de costo	Personal	Equipo (bicicletas / triciclos / cuatriciclos)	Soporte - Inventarios
Brasil	(\$5,410.48 - \$14,511.56) / hora	(\$604,110.66 - \$1'461,904.80) / año	
Europa	\$7'095,500.23 / mes		
	\$72,641.55 / hora		
Estados Unidos	\$58,990.21 - \$66,523.27 / hora	(\$42,109.79 - \$21,0548.97) / mes	(\$126,329.38 - \$168,439.17) / mes
	52469.06 / hora	\$1'274,248.6 / año	
	61163.93 / hora	\$46.55 / km	

Fuente: el autor a partir de la revisión

Y en general, a continuación, se presentan valores de interés que podrían servir como punto de comparación para las empresas que busquen desplegar un modelo de ciclogística parcial o total.

Tabla 5. Resultados de costos de generales de operación de transporte con bicicletas de carga

AUTOR / VALOR	[7]	[25]	[18]	[16]	[7]	[29]
Costo operación bicicleta de carga (valor original y COPs)	\$9.20 USD / hora	17.09 – 22 BRL / entrega	4.6 EUR / entrega	€0.08 / km	1.6 EUR / unidad entregada	13.33 EUR bicicleta / día
	\$34,479.67 / hora	\$12,247.04 – \$15,765.64 / entrega	\$19,370.51 / entrega	\$336.88 / km	\$6,737.57 / unidad entregada	\$56,132.35 / bicicleta -día

Fuente: [7] [16] [18] [24] [25] [29]

Para ambos casos, se resaltan los valores en identificados en el contexto brasileiro, dado que, por sus condiciones económicas y situación logística (Brasil ocupó el puesto 56 en la versión del 2018 de la medición del Índice de Desempeño Logístico – LPI, 2 casillas arriba que Colombia)[30]¹, resultan más apropiados para establecer un análisis comparativo.

3. CONCLUSIONES

¹ <https://lpi.worldbank.org/international/global>

La ciclogística, definida como la modalidad de esquemas de distribución de mercancías que pueden incluir bicicletas tanto mecánicas (estándar y de carga), como aquellas con algún componente asistido, y en triciclos o cuatriciclos, se consolida como una alternativa sostenible y competitiva, bajo ciertas condiciones, a la situación de alta ineficiencia y generación de externalidades que se presenta en los procesos de movilización de carga a nivel urbano.

La principal ventaja de la distribución urbana de mercancías bajo este tipo de esquemas radica en la agilidad en las entregas cuando se producen restricciones de tráfico o se presenta un alto nivel de congestión. El ahorro en costes de combustible y la facilidad para llegar a las zonas de difícil acceso o con restricciones de movilidad e infraestructura para otros vehículos hace de las bicicletas de carga, sea cual sea su configuración y naturaleza, tengan un desempeño comparable al de una flota tradicional.

Las configuraciones vehiculares que se identifican en el ámbito internacional, regional y local son múltiples. Esta situación obedece y busca atender la necesidad de los también diversos sectores y aplicaciones en los que se incluye la distribución de mercancías con bicicletas. Mediante la revisión fue posible identificar y proponer seis grandes sectores: a) Entregas privadas; b) Paquetería y servicios postales; c) Servicios de courier; d) Home delivery (domicilios) / Apoyo a Gig-economy; e) Apoyo a viajes de prestación de servicios; y f) Transporte interno (on-site).

Es claro que no todas las operaciones de movilización de carga a nivel urbano pueden migrar al modelo de ciclogística. Existen limitaciones en cuanto a la capacidad de carga y volumen, así como de ciertos rangos de operación. Dentro de la revisión fue posible identificar que la operación resulta rentable cuando el radio de amplitud para las entregas se encuentra entre los dos y seis kilómetros desde un punto de origen común. Esto implica que, sea cual sea la naturaleza y sector de la movilización, se hace necesario contar con infraestructura para el cambio de modo. En consecuencia, gran parte de empresas cuentan con microcentros de distribución / consolidación urbana, zonas de crossdocking en espacios públicos, vehículos nodriza; a la par de seguir contando con operación en vehículos de combustión.

Una de las principales barreras en el surgimiento y adaptación de los esquemas de ciclogística a nivel internacional radica en la falta de credibilidad de su potencial de movilización de carga (hasta de 400kg – 2m³, según el modelo vehicular). Con las diferentes aplicaciones y sectores a los que se logró dar revisión, queda claro que las bicicletas de carga tienen gran potencial y se debe trabajar en difundir su conocimiento.

En cuanto al análisis de costos, se identifica que, en comparación con la distribución en vehículos de combustión, los costos de adquisición y mantenimiento de la flota representan grandes ahorros, al contemplar un enfoque Cost Breakdown Structure.

Por otro lado, la necesidad de contar con un mayor número de conductores para suplir la demanda previamente desarrollada en flota de combustión tiene un alto impacto en

los costos fijos de la operación. En consecuencia, se debe evaluar profundamente las zonas críticas en donde la migración a esta alternativa resulta rentable.

Si bien el liderazgo en el desarrollo de actividades de ciclogística está bastante establecido en el continente europeo, se identifican también propuestas de utilización de la bicicleta de carga como alternativa al transporte de carga con combustión en otras economías. India y Brasil en particular presentan un avance interesante en este frente. A su vez, en Colombia se identifican compañías manufactureras de bicicletas de carga (Pargal, Bogbi, y Satélite), industriales que distribuyen sus productos bajo esta modalidad (Ramo, Chefrito, Comestibles Ricos S.A, y Pepsico), operadores logísticos que ya cuentan con una flota asociada (Servientrega S.A y TCC). Con todo esto, se espera que poco a poco las actividades de ciclogística se generalicen y abarquen más sectores y ciudades en el país y en la región.

REFERENCIAS

- [1] Scott, M. (2009). *Improving Freight Movement in Delaware Central Business Districts*. Delaware: Institute for Public Administration - University of Delaware.
- [2] Cardenas, I., Borbon-Galvez, Y., Verlinden, T., Van de Voorde, E., Vanellander, T., & Dewulf, W. (2017). City logistics, urban goods distribution and last mile delivery and collection. *Competition and Regulation in Network Industries*. <https://doi.org/10.1177/1783591717736505>
- [3] Melo, S., & Baptista, P. (2017). Evaluating the impacts of using cargo cycles on urban logistics: integrating traffic, environmental and operational boundaries. *European Transport Research Review*. <https://doi.org/10.1007/s12544-017-0246-8>
- [4] World Urbanization Prospects 2018: Highlights. (2019). In *World Urbanization Prospects 2018: Highlights*. <https://doi.org/10.18356/6255ead2-en>
- [5] Velandia Espíndola, C., 2018. Propuesta de distribución de productos alimenticios con bicicletas o triciclos de carga. Maestría. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ingeniería, Departamento de Ingeniería de Sistemas e Industrial.
- [6] de Oliveira, C. M., De Mello Bandeira, R. A., Goes, G. V., Gonçalves, D. N. S., & De Almeida D'Agosto, M. (2017). Sustainable vehicles-based alternatives in last mile distribution of urban freight transport: A Systematic literature review. *Sustainability (Switzerland)*. <https://doi.org/10.3390/su9081324>
- [7] Wrighton, S., & Reiter, K. (2016). CycleLogistics - Moving Europe Forward! *Transportation Research Procedia*. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2016.02.046>
- [8] Schliwa, G., Armitage, R., Aziz, S., Evans, J., & Rhoades, J. (2015). Sustainable city logistics - Making cargo cycles viable for urban freight transport. *Research in*

Transportation Business and Management. <https://doi.org/10.1016/j.rtbm.2015.02.001>

[9] Sánchez, D. E. (2020). *CÁTEDRA ESTRUCTURA DE COSTOS CBS - TRANSPORTE Y DISTRIBUCIÓN - SESIÓN 02/06/2020*. Bogotá: Especialización en Gerencia Logística Integral - Universidad Militar Nueva Granada.

[10] Groot, J., Bing, X., Bos-Brouwers, H., & Bloemhof-Ruwaard, J. (2014). A comprehensive waste collection cost model applied to post-consumer plastic packaging waste. *Resources, Conservation and Recycling*. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2013.10.019>

[11] Sousa, V., Dias-Ferreira, C., Vaz, J. M., & Meireles, I. (2018). Life-cycle cost as basis to optimize waste collection in space and time: A methodology for obtaining a detailed cost breakdown structure. *Waste Management and Research*. <https://doi.org/10.1177/0734242X18774618>

[12] Transport for London. (2009). *Cycle freight in London: A scoping study*. Londres: Transport for London.

[13] Lenz, B., & Riehle, E. (2013). Bikes for Urban Freight? Experience in Europe. *Transportation Research Record Journal of the Transportation Research Board Transportation Research Board of the National Academies*. <https://doi.org/10.3141/2379-05>

[14] Caballero, L., & Ramos, C. (2017). *La bicicleta y el triciclo como modos de transporte de carga y domicilios en el centro histórico de Bogotá*. Bogotá.

[15] Koning, M., & Conway, A. (2016). The good impacts of biking for goods: Lessons from Paris city. *Case Studies on Transport Policy*. <https://doi.org/10.1016/j.cstp.2016.08.007>

[16] Rudolph, C., & Gruber, J. (2017). Cargo cycles in commercial transport: Potentials, constraints, and recommendations. *Research in Transportation Business and Management*. <https://doi.org/10.1016/j.rtbm.2017.06.003>

[17] Gkekas, F. (2017). *EXPLORING OPTIONS FOR CARGO BICYCLES FOR PARK OPERATIONS*. Vancouver: Greenest City .

[18] Maes, J. (2017). *The potential of cargo bicycle transport as a sustainable solution for urban logistics* (PhD). Faculteit Toegepaste Economische Wetenschappen - University of Antwerp.

[19] Gruber, J., & Kihm, A. (2016). Reject or Embrace? Messengers and Electric Cargo Bikes. *Transportation Research Procedia*. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2016.02.042>

[20] ECLF. (2019). *European Cycle Logistics Federation*. Obtenido de ECLF - About: <https://eclf.bike/about.html>

- [21] Hagen, J., Lobo, Z., & Mendoça, C. (2013). The Benefits of Cargo Bikes in Rio de Janeiro: A Case Study. *13th World Conference on Transport*, 1-15.
- [22] Granada, C. A., Arcila Mena, G., González Calderón, C., & Posada Henao, J. (2019). *Cargo bikes: An opportunity to improve deliveries in urban centers*. Medellín: Department of Civil Engineering - Universidad Nacional de Colombia.
- [23] MedeBike. (30 de Julio de 2019). *MedeBike - Twitter*. Obtenido de Twitter: <https://twitter.com/medebike/media>
- [24] Sheth, M., Butrina, P., Goodchild, A., & McCormack, E. (2019). Measuring delivery route cost trade-offs between electric-assist cargo bicycles and delivery trucks in dense urban areas. *European Transport Research Review*. <https://doi.org/10.1186/s12544-019-0349-5>
- [25] De Oliveira Leite Nascimento, C., Rigatto, I. B., & De Oliveira, L. K. (2020). Characterization and analysis of the economic viability of cycle logistics transport in Brazil. *Transportation Research Procedia*. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2020.03.180>
- [26] Pullman, M., Greene, J., Shi, W., & Kaplan, S. (2019). B-Line Sustainable Urban Delivery: Can Last-Mile Bicycle Delivery Survive The E-Commerce Minefield? *Business Faculty Publications and Presentations*, 1-23.
- [27] Cairns, S., & Sloman, L. (2019). *Potential for e-cargo bikes to reduce congestion and pollution from vans in cities*. Great Britain: Transport for Quality of Life Ltd.
- [28] de Mello Bandeira, R. A., Goes, G. V., Schmitz Gonçalves, D. N., D'Agosto, M. de A., & Oliveira, C. M. de. (2019). Electric vehicles in the last mile of urban freight transportation: A sustainability assessment of postal deliveries in Rio de Janeiro-Brazil. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2018.12.017>
- [29] Nocerino, R., Colorni, A., Lia, F., & Luè, A. (2016). E-bikes and E-scooters for Smart Logistics: Environmental and Economic Sustainability in Pro-E-bike Italian Pilots. *Transportation Research Procedia*. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2016.05.267>
- [30] *Global Rankings 2018 | Logistics Performance Index*. Lpi.worldbank.org. (2020). Retrieved 2 June 2020, from <https://lpi.worldbank.org/international/global>.